

**Penentuan Parameter Teori Erapan Mod Duaan
(Dual Sorption Theory) untuk gas N₂**

Abd. Aziz Mohd. Azoddein dan Hamdani Saidi

Unit Penyelidikan Membran, FKKSAS, UTM.

Abstrak

Terdapat dua teori yang selalu digunakan bagi menerangkan mekanisma molekul gas melalui membran polimer iaitu teori isipadu bebas bagi membran polimer bergetah (rubbery polymer) dan teori erapan mod duaan (TEM_D) bagi membran polimer berkaca (glassy polymer).

TEM_D mempunyai parameter yang tersendiri dalam menerangkan mekanisma yang berlaku. Dalam kajian ini parameter k_D , CH' , b yang ditentukan dengan menggunakan kaedah yang diperkenalkan oleh Vieth kaedah graf). Ujian erapan dilakukan dengan menggunakan alatan erapan ASAP 2000 berdasarkan gas N₂ pada tekanan di bawah 1 atm untuk menentukan nilai parameter TEM_D.

Nilai parameter TEM_D yang diperolehi digunakan untuk meramalkan kebolehtelapan gas N₂ melalui membran polimer selulos asetat yang dihasilkan oleh Unit Penyelidikan Membran, UTM. Dalam kajian ini kaedah menentukan nilai parameter TEM_D dengan menggunakan ujikaji erapan dengan tekanan di bawah 1 atm telah dapat menentukan parameter tersebut.

PENGENALAN

Teori erapan mod duaan adalah suatu teori yang menerangkan mekanisma pemisahan gas dalam membran polimer berkaca. Teori ini menganggap bahwa polimer berkaca mempunyai taburan liang mikro yang statik di dalam struktur polimer setelah disejukkan melalui suhu peralihan kaca.

Terdapat dua mekanisma erapan yang berlaku dalam polimer berkaca seperti yang dicadangkan oleh Barrer pada tahun 1956:-

- i) melalui serapan biasa yang mematuhi hukum Henry seperti yang berlaku pada polimer bergetah.
- ii) melalui proses pengisian lubang (hole filling) di mana dikawal oleh hukum Langmuir.

Berdasarkan kepada andaian dan konsep yang dinyatakan sebelum ini, persamaan Henry dan Langmuir dikembangkan menjadi satu persamaan matematik seperti berikut:-

$$C = C_D + C_H \quad \text{.....} \quad (1.1)$$

$$C_D = k_D p \quad \text{.....} \quad (1.2)$$

$$C_H = \frac{C_H' b p}{1 + b p} \quad \text{.....} \quad (1.3)$$

$$C = k_D p + \frac{C_H' b p}{(1 + b p)} \quad \text{.....} \quad (1.4)$$

di mana:

$$C = \text{Jumlah kepekatan, cm}^3(\text{STP})/\text{cm}^3(\text{polimer})$$

$$C_D = \text{Kepekatan pada mod Henry, cm}^3(\text{STP})/\text{cm}^3(\text{polimer})$$

$$C_H = \text{Kepekatan pada mod Langmuir, cm}^3(\text{STP})/\text{cm}^3(\text{polimer})$$

$$p = \text{Tekanan yang digunakan, atm}$$

$$k_D = \text{Pekali kepekatan hukum Henry, cm}^3(\text{STP})/\text{cm}^3(\text{polimer})$$

$$b = \text{Angkatap pengisian lubang, atm}^{-1}$$

$$C_H' = \text{Kepekatan tepu di dalam liang mikro, cm}^3(\text{STP})/\text{cm}^3(\text{polimer})$$

Mekanisma Erapan (Sorption)

Konsep yang digunakan adalah erapan fizikal (physisorption) iaitu erapan(sorption) dan penyaherapan(desorption) secara fizikal. Apabila pepejal terdedah kepada gas, ia akan menarik molekul-

pada permukaan tersebut.

Proses erapan adalah satu fenomena di mana permukaan membran yang dipenuhi dengan liang-liang mikro digunakan sebagai laluan kepada zarah-zarah gas untuk memasuki ke dalam liang-liang tersebut yang menyediakan luas permukaan erapan yang besar.

Penyebaran liang bagi membran merupakan satu ciri yang penting dalam pengkelasan membran. Jadual 1.1 menunjukkan pengkelasan liang berdasarkan saiz jejari liang.

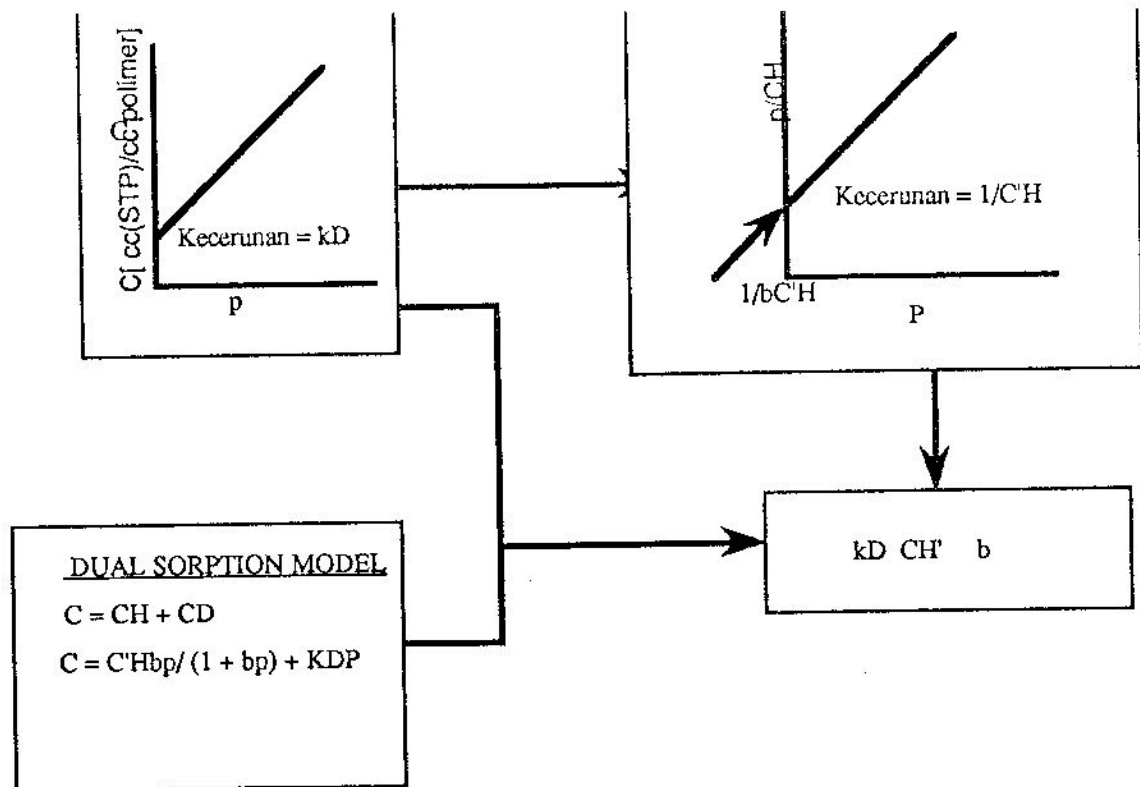
Kelas Liang	Jejari Liang
Liang Mikro	< 5nm
Liang Pertengahan	5 - 100nm
Liang Makro	> 100nm

Jadual 1.1 : Pengkelasan saiz liang

METODOLOGI

Dalam ujikaji yang dijalankan untuk menentukan erapan gas terhadap membran selulos asetat jenis kepingan rata yang dihasilkan oleh Unit Penyelidikan Membran, gas N₂ telah digunakan untuk menganalisa sampel membran dalam jangka masa maksimum dua jam untuk erapan dan pengnyaherapan yang sempurna.

Alatan erapan yang digunakan dikenali sebagai ASAP 2000 keluaran Micromeritics . Erapan yang dihasilkan adalah berdasarkan tekanan gas yang digunakan oleh gas N₂. Tekanan adalah tidak melebihi 1 atm kerana alatan ini hanya beroperasi dalam julat tekanan tersebut. Keputusan erapan yang diperolehi ditunjukkan dalam jadual 1.2, 1.3 dan rajah 1.2, 1.3. Hasil data erapan ini diolah menggunakan metod Vieth (kaedah Graf) untuk memperolehi parameter erapan mod duaan (C_H' , b, k_D). Rujuk rajah 1.1.



Rajah 1.1 : Kaedah dalam menentukan parameter erapan mod duaan

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Keputusan erapan gas N_2 yang dihasilkan adalah seperti yang ditunjukkan dalam jadual 1.2, 1.3 dan rajah 1.2, 1.3 di mana erapan gas yang dihasilkan pada tekanan tidak melebihi 1 atm. Dari data-data erapan tersebut maka parameter erapan mod duaan boleh dihasilkan berdasarkan kaedah Vieth. Nilai k_D yang diperolehi ialah $0.0107 \text{ cm}^3(\text{STP})/\text{cm}^3(\text{polimer})$, nilai $b=0.01317 \text{ atm}^{-1}$ dan nilai $CH'=4.8100 \text{ cm}^3(\text{STP}) / \text{cm}^3(\text{polimer})$. Manakala nilai parameter TEMD yang diperolehi oleh Vieth (1965) dengan menggunakan membran polistirena ialah $CH'=6.65 \text{ cm}^3(\text{STP})/\text{cm}^3(\text{polimer})$, $k_D=0.02\text{cm}^3(\text{STP})/\text{cm}^3(\text{polimer})$ dan $b=0.015 \text{ atm}^{-1}$.

Daripada parameter-parameter tersebut dapatlah ditentukan keupayaan membran untuk menyerap molekul-molekul gas N_2 yang digunakan. Nilai b atau nisbah pemalar erapan dengan penyaherapan gas di dalam membran yang digunakan adalah kecil berbanding dengan nilai yang diperolehi oleh Vieth (1965) iaitu 0.015 atm^{-1} . Ini menunjukkan keupayaan erapan membran yang digunakan dalam ujikaji ini adalah

berbanding dengan nilai yang diperolehi oleh Vieth. Manakala pekali kebolehtelapan hukum Henry bagi sampel membran adalah lebih besar dengan nilai yang diperolehi oleh Vieth. Secara keseluruhannya ujikaji ini dapat menunjukkan prestasi membran yang digunakan adalah tidak mempunyai perbezaan yang ketara dengan membran polistirena yang digunakan oleh Vieth.

KESIMPULAN

Parameter erapan mod duaan boleh ditentukan oleh kaedah Vieth dengan menggunakan alatan erapan ASAP 2000 berdasarkan membran selulos asetat yang dihasilkan. Nilai-nilai yang diperolehi ialah nilai $k_D = 0.0107 \text{ cm}^3(\text{STP})/\text{cm}^3(\text{polimer})$, nilai $b = 0.01317 \text{ atm}^{-1}$ dan nilai $CH' = 4.8100 \text{ cm}^3(\text{STP})/\text{cm}^3(\text{polimer})$. Parameter-parameter ini dapat menggambarkan keupayaan erapan membran tersebut berbanding dengan ujikaji yang dilakukan oleh Vieth.

RUJUKAN

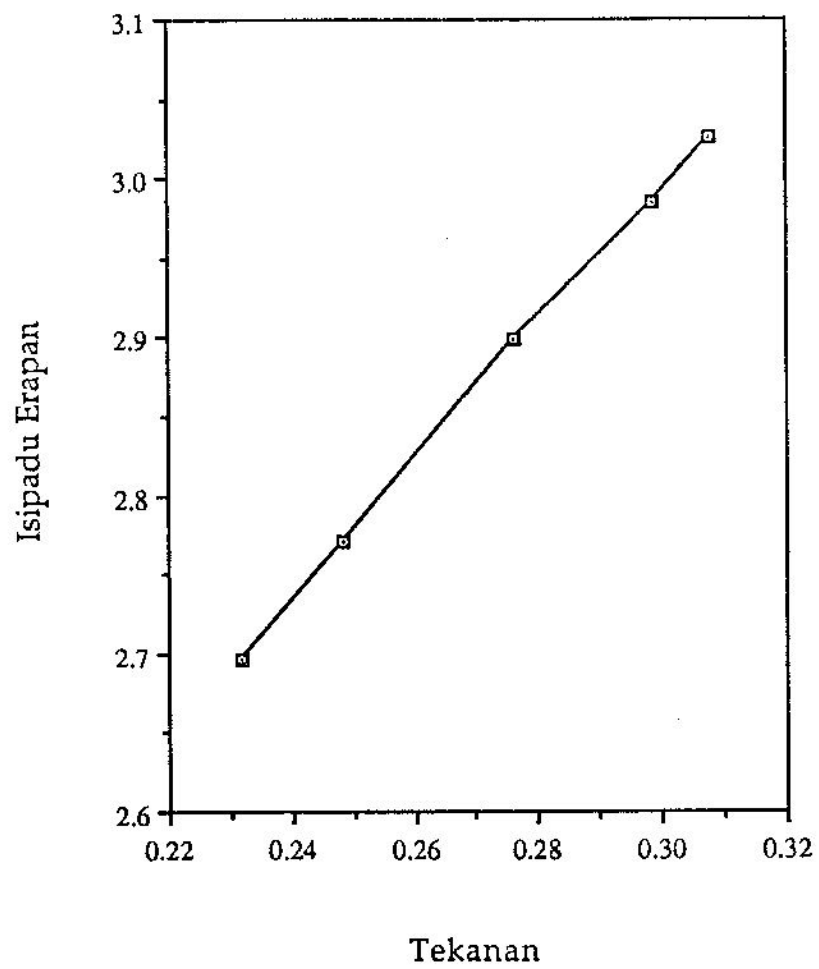
1. Vieth, W.R. and Sladek K.J. (1976). "Dual Sorption Theory". Journal of Membrane Science, 1: 177 - 220.
2. Donohue, M.D. et al. (1988). "Permeation behaviour of carbon dioxide - methane mixtures in cellulose acetate membranes." Journal of Membrane Science, 42(3) : 197 - 213.
3. Koros, W.J. et al. (1976). "Carbon dioxide sorption and transport in polycarbonate." Journal of Polymer Science, 14 : 687 - 702.

Isipadu Erapan cc/g STP (C)	Isipadu Erapan cc STP/ cc polimer (C)	Tekanan mmHg (p)	Tekanan mmHg (p)
2.0743	2.6965	176.2166	0.2317
2.1311	2.7704	188.8976	0.2485
2.2305	2.8954	211.6626	0.2765
2.2965	2.9854	225.6634	0.2985
2.3271	3.0255	233.9062	0.3878

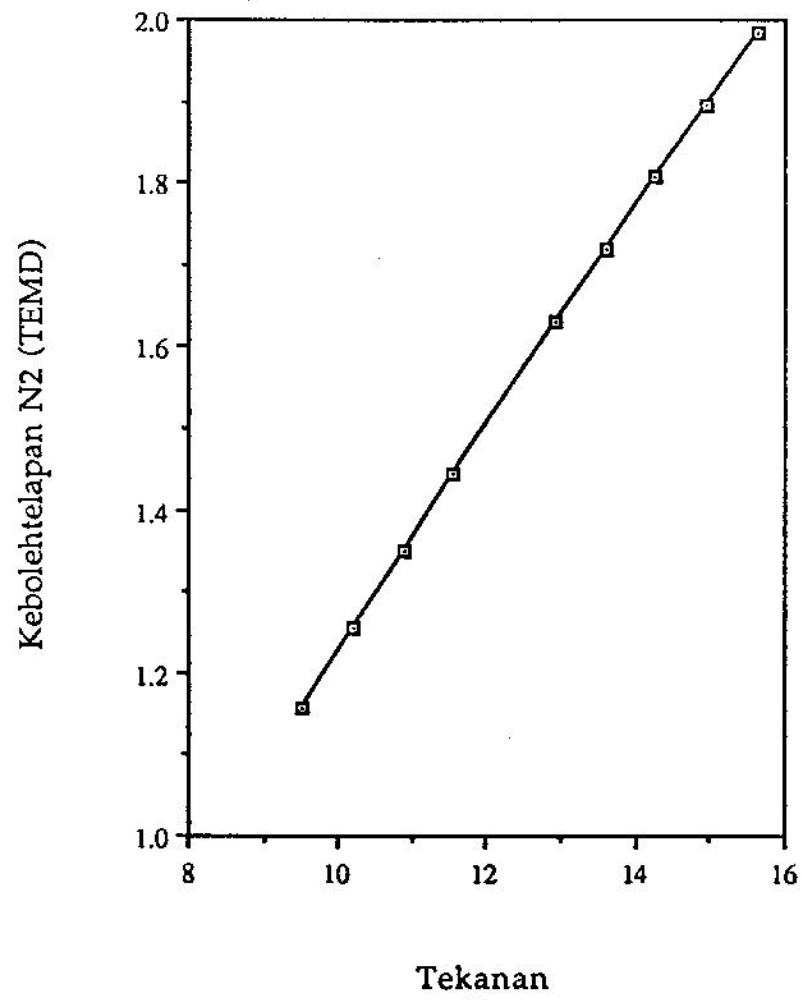
Jadual 1.2 : Nilai-nilai erapan yang diperolehi dari ujikaji.

C_H $\text{cm}^3(\text{STP})/\text{cm}^3 \text{ Polimer}$	p/C_H $\text{cm}^3(\text{polimer})\text{atm}/\text{cm}^3(\text{STP})$
2.6941	0.0861
2.7678	0.0898
2.8967	0.1001
3.0219	0.1018

Jadual 1.3 : Data-data untuk C_H dan p/C_H dari pengolahan data-data dari jadual 1.2.



Rajah 1.2 : Graf Isipadu Erapan Melawan Tekanan



Rajah 1.3 : Graf p/C_H Melawan Tekanan